

ボクシング選手の急速減量期における牛乳摂取が 蛋白質代謝に及ぼす影響

Effects of milk ingestion during rapid weight reduction on
protein metabolism in boxing players

岩尾 智* 森 圭子** 佐藤 祐造***

Satoshi IWAO*, Keiko MORI**, Yuzo SATO***

To investigate effects of milk ingestion during rapid weight reduction, present study was carried out. Five male boxing players put on a restricted diet of their own will for two weeks. Body weight changes were observed and biochemical analyses of urine and blood were performed. The results obtained were as follows.

1 Changes in weights; The initial mean body weights 66.2 ± 2.7 kg was decreased to 59.1 ± 1.7 kg by food restriction. Lean body mass (LBM) was decreased from 51.9 ± 1.4 to 50.4 ± 2.1 kg.

2 Changes in caloric intake; Caloric intake before the study, $2,462 \pm 324$ kcal was decreased to $1,215 \pm 426$ kcal. Calcium intake was not decreased significantly by food restriction for two weeks.

3 Changes in urine component; 3-Me/Cr was not changed significantly. Urine volume was significantly decreased after the study.

4 Changes in weights; The initial mean body weights 66.2 ± 2.7 kg was decreased to 59.1 ± 1.7 kg by food restriction. Lean body mass (LBM) was decreased from 51.9 ± 1.4 to 50.4 ± 2.1 kg.

These results suggest that milk ingestion during rapid weight reduction inhibits decrease in LBM and prevents protein catabolism.

緒 言

スポーツ選手の競技成績向上にとって、適切なウエイトコントロールは重要な要素であり、体重階級制競技においては、必須要素である^{3,8)}。このため、スポーツ選手の栄養摂取や減量方法に関して、さまざまな方面から、科学的な検討が進められている^{4,6,7)}。しかしながら、柔道、レスリング、ボクシングといった格闘技の分野では、今もなお、経験的・伝統的方法論にのっとり、激しいトレーニングと極度の減食による急速減量が行われており^{5,10)}、摂取

蛋白質不足の可能性が危惧される。われわれはすでに、急速減量期における体内の栄養状態に関し、血液生化学、および尿中物質を中心に検討し、急速減量に伴う食事制限により、蛋白質摂取量およびカルシウム摂取量が著しく不足すること、急速減量が除脂肪体重を著しく減少させ、筋蛋白の崩壊をもたらすことを報告している²⁾。除脂肪体重の減少が、運動パフォーマンスを低下させることは周知の事実であるが、血液および筋肉中のカルシウムの低下もまた、筋収縮の異常や、血液凝固の異常をもたらし、競技選手にとって好ましくない影響を及ぼすこ

* 名古屋大学大学院医学研究科健康増進科学

** 中京短期大学

*** 名古屋大学総合保健体育科学センター

* First Division of Health Promotion Science, Graduate School of Medicine, Nagoya University, Nagoya, Japan.

** Department of Living Science, Chukyo Jounior College, Mizunami, Japan.

*** Research Center of Health, Physical Fitness and Sports, Nagoya University, Nagoya, Japan.

とが明らかとなっている。これらのことから、競技選手におけるウエイトコントロールは、蛋白質やカルシウムの摂取量に留意し、運動パフォーマンスの低下をもたらさないものでなければならない。

しかしながら、専属のトレーナーや栄養士をもたないような、一般の競技者（たとえば大学のクラブ員）には、摂取カロリーを制限しながら、食品中の蛋白質量やカルシウム量を計算し、必要量を確保することは容易とは言い難い。良質の蛋白質を含み、カルシウムの吸収率が高いといわれている牛乳は、1本当たりのエネルギーや栄養成分が明確で、特別な調理を必要としないため、摂取が容易であり、蛋白質およびカルシウム摂取の強化にとって、有用ではないかと考えられた。したがって、本研究では、減量のための食事制限期間中における、牛乳摂取の効果について、栄養面および生理学的パラメータの面から検討を行った。

対象及び方法

1. 対象

大学ボクシング部員4名、および現役ボクシング選手1名の合計5名（男性）が、本研究に参加した。本研究について十分説明した後、全員から同意書を得た。表1に減量前の被検者の身体的特徴を示した。被験者は、1日当たり750mlの牛乳を摂取すること以外は、任意の方法により、2週間の食事制限を行った。また、被験者は、研究を通して、日常の身体トレーニングおよびボクシングの練習を継続した。練

Table 1 Physical characteristics of the boxing players.

Age (yr)	21±1.0
Height (cm)	172.7±0.2
Weight (kg)	62.2±2.7
Lean Body Mass (kg)	51.9±1.4

(means±SE)

習時間はおよそ2時間であり、エネルギー消費量を減量前と等しく保つため、減量期間中も同じ練習メニューを維持した。なお、目標体重減少量は、実験前の体重の5%とした。

2. 食事制限

研究に先立ち、好ましい食事例と食品のエネルギー表が記載された資料を配布し、食事の取り方について詳しく説明した。食事制限開始前の1週間および食事制限期間中、被験者は配布された食事記入表に、摂取したすべての食事の料理名、材料、分量を記録した。この記録から、総カロリー、糖質、蛋白質、脂質、ビタミン、ミネラルの摂取量を算出した。なお、食事制限期間中の水分摂取は、アドリブとした。

この2週間の減量期間の前および後の早朝空腹時において、体重、体脂肪率、24時間尿中物質、血液成分を計測した。

3. 測定項目

(1) 体重

被験者の体重、体脂肪率、除脂肪体重の測定は、デジタル体重測定器 (TBF101, Tanita, Japan) を用いて行った。

(2) 24時間尿

24時間尿は、腐敗防止のためのトルエン0.2mlを加えた蓄尿瓶 (Urine Mate, SUMITOMO BAKELITE, Japan) を用いて採集した。実験前日の第2尿から、実験当日の第1尿までのすべての尿を、この蓄尿瓶に排尿させた。採取された尿から、urinary 3-methylhistidine (3-Me)、urinary creatinine (Cr)、尿量の測定を行った。3-Meは、high performance liquid chromatography (HPLC) を用いて分析した。Crの分析には、Jaffe-reaction法を用いた。測定感度は、3-Me : 1%以下、Cr : 3%以下であった。得られた3-Me、Crのデータから、3-Me/Crを算出した。

(3) 血液サンプル

静脈血 (8 ml) を前腕から採取し、総蛋白、A/G、尿酸、血清尿素窒素、ヘマトクリット、ヘモグロビンを、それぞれ、ビューレット法、BCG法、ウリターゼ法、ウレアーゼUV法 (自動化法) を用いて分析した。

5. Statistical analyses.

数値の記載は平均±標準誤差とし、統計的データ解析は、paired t-test を用いた。

結 果

1. 体重、除脂肪体重 (図1、2)

食事制限実施前、後の体重は、それぞれ $62.2 \pm 2.7\text{kg}$ 、 $59.1 \pm 1.7\text{kg}$ であり、2週間の食事制限により有意に減少した。除脂肪体重は、減量前 $51.9 \pm 1.4\text{kg}$ 、減量後 $50.4 \pm 2.1\text{kg}$ であり、減少傾向は見られたが、有意差には至らなかった。

2. 栄養素摂取量 (表2)

エネルギー摂取量は、食事制限前が $2462 \pm 324\text{kcal}$ であるのに対し、食事制限中は $1215 \pm 426\text{kcal}$ と、有意に減少した。炭水化物、脂質・蛋白質摂取量も、食事制限により有意に減少した。カルシウム摂取量は、食事制限前 $998 \pm 245\text{mg}$ 、制限後 $798 \pm 216\text{mg}$ と、減少傾向は見られたが、有意差には至らなかった。

3. 24時間尿中物質

3-Me/Cr は、食事制限前後間に有意差は見られなかった (図3)。さらに、食事制限により、尿量が有意に減少した ($P < 0.01$)。

4. 血液成分 (表3)

尿蛋白、A/G 比、尿酸、尿素窒素、ヘマトクリット、ヘモグロビンは、食事制限前後で有意な変動を示さなかった。

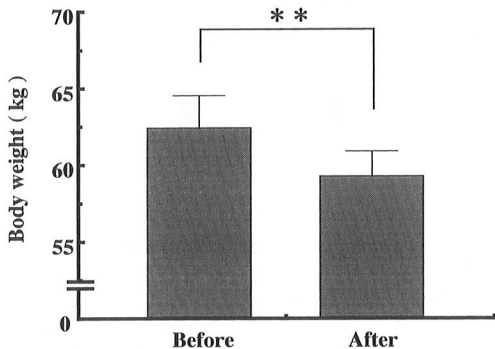


Fig. 1 Change in body weight before and after weight control

Values are mean \pm SE. ** : $P < 0.01$

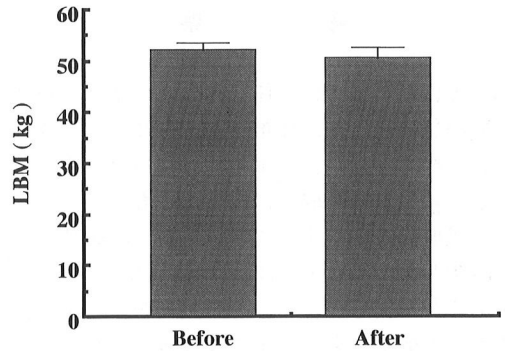


Fig. 2 Change in lean body mass (LBM) before and after weight control

Values are mean \pm SE.

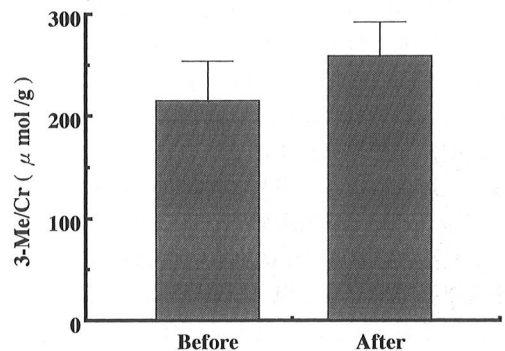


Fig. 3 Change in 3-Me/Cr before and after weight control

Values are mean \pm SE.

Table 2 Nutrition intake during weight reduction period

	Before	After
Total calorie (kcal/day)	2462 \pm 324	1215 \pm 426
Carbohydrate (g/day)	397.3 \pm 37.2	106.5 \pm 48.8
Fat (g/day)	80.7 \pm 21.2	42.3 \pm 17.8
Protein (g/day)	85.5 \pm 18.6	59.3 \pm 18.6
Calcium (mg/day)	998 \pm 245	798 \pm 216

(means \pm SE)

Table 3 Changes in blood components

	before	2week
Total protein (g)	7.2 \pm 0.1	7.4 \pm 0.1
Osteocalcine (ng/ml)	10.3 \pm 0.5	9.7 \pm 0.5
Uric acid (mg/dl)	5.2 \pm 0.3	5.1 \pm 0.3
BUN (mg/dl)	17.8 \pm 1.4	18.3 \pm 1.5
Ht (%)	43.1 \pm 0.8	41.8 \pm 0.7
Hb (g/dl)	14.6 \pm 0.3	14.0 \pm 0.2

(means \pm SE)

考 察

我々はこれまでに、任意の方法に基づいた2週間の急速減量が、体蛋白代謝に及ぼす影響について検討を行い、炭水化物、蛋白質、脂質といった栄養素の摂取量の減少とともに、カルシウム摂取量も低下すること、体重、除脂肪体重が減少し、3-Me/Cr、および Urea-N/Cr が増大することを明らかにし、急速減量が、筋蛋白、体蛋白の崩壊をもたらすことを報告した²⁾。

本研究では、2週間の食事制限により、体重がおよそ5%減少した。しかしながら、除脂肪体重には有意差は見られなかった。さらに、24時間尿中3-Me/Crは、任意の食事制限を行った先行研究では有意に増大していたが、本研究においては、有意な変動を示さなかった。3-Meは、筋肉の収縮蛋白であるアクチン・ミオシン中に微量に存在するメチル化されたアミノ酸で、筋蛋白以下の過程で放出後は再利用、再吸収されずに48時間以内に約93%が尿中に排出される¹⁾。そのため尿中3-Meは筋蛋白の代謝過程の指標として用いられている。1日尿中に排泄されるCrは、成人では体重kgあたりほぼ一定であり、LBMと正の相関関係にあることが報告されている¹¹⁾。したがって、3-Meを除脂肪体重と相関関係にあるCrで除すことにより、被検者間の筋肉量や腎のクリアランスの差異を修正することができるものと考えられており、筋蛋白崩壊の指標としては、3-Me/Crが用いられている^{11,12,13)}。本研究において、3-Me/Crの有意な変動が見られなかったことは、食事制限による筋蛋白の崩壊が生じなかったことを示しており、エネルギー源としての蛋白質の利用が促進されなかったことを示唆している。除脂肪体重に、食事制限による有意な減少が見られなかったことも、これを支持している。つまり、食事制限期間中において、750mlの牛乳を摂取したことにより、筋タンパクの崩壊が抑制され、除脂肪体重の減少がもたらされなかったものと推察される。

また、本研究では、食事制限期間中において、炭水化物、蛋白質、脂質の摂取量は低下するも

の、カルシウムの摂取量は変化しておらず、1日に必要とされるカルシウム摂取量を十分確保できていたことが示された。摂取カルシウム量の低下は、血液中および筋肉中のカルシウムの低下をもたらし、結果として筋収縮の異常や、血液凝固の異常を引き起こすことが明らかとなっている。したがって、大量の汗を体外に排泄し、一層カルシウム摂取に留意しなければならない競技選手にとって、750mlの牛乳摂取は、カルシウム摂取維持に非常に有効であると思われる。

以上の結果から、食事制限期間中において、1日当たり750mlの牛乳を摂取することにより、1) エネルギー源としての蛋白質の利用、ひいては筋タンパク崩壊の亢進を抑制でき、運動パフォーマンスの低下をもたらす除脂肪体重の減少を回避できる可能性があること、2) 必要とされるカルシウム摂取量が確保でき、急速減量に伴うカルシウム摂取量低下の弊害を予防できることが示された。したがって、栄養管理を容易に行うことのできない、一般の競技者においては、減量を目的とした食事制限期間中において、牛乳の摂取量を増大させることは、競技パフォーマンスを低下させるような、食事制限の弊害を防止する手段として、有用であると思われる。

謝 辞

本研究は、牛乳栄養学術研究会委託研究費(平成4年～6年度)の援助によって行われた。

文 献

- 1) Asatoor, A. M., and M. D. Armstrong: 3-Methylhistidine, a component of actin. *Biochemical and Biophysical Research Communications*, 26: 168-174, 1967.
- 2) Iwao, S., Fujii, T., Nagai, M., Mori, K., and Sato, Y.: Effects of rapid weight reduction on protein metabolism in boxers. *Jap. J. Phys. Fitness Sports Med.* 44: 513-518, 1995.
- 3) 岩田勝: 柔道選手の減量とコンディショニング、デサントスポーツ科学, 14: 50-67, 1981.

減量期における牛乳摂取の効果

- 4) 片岡幸雄：階級制スポーツにおける急速減量に関する研究、東大体育学紀要、7: 29-40, 1972.
- 5) 森田恭光：大学ボクシング選手における減量の実態、日本体育大学紀要、12, 77-84, 1983.
- 6) 日本体育協会編：スポーツマンの食事の取り方、初版、ベースボールマガジン社、東京、38-40, 1980.
- 7) 太田富貴雄：減量時における運動と高蛋白質食の生体機能に及ぼす影響、栄養学雑誌、35 (5): 187-197, (1975)
- 8) Smith, N. J. Gaining and losing weight in athletics. JAMA, 236: 149-151, 1976.
- 9) 鈴木正成：ウェイトコントロール、臨床スポーツ医学 20 (9): 1015-1019, 文光堂、東京、1992.
- 10) Widerman, P. M., R. D. Hagan: Body weight loss in a wrestler preparing for competition: A case report. Med. Sci. Sports Exercise. 14 (6): 413-418, 1982.
- 11) Wood, C., P. Schneeman, A. Zezulka, D. H. Calloway, and S. Margen: Urinary 3-methylhistidine and creatinine levels on moderate and high protein diets. Federation Proc. 35: 497, 1976.
- 12) Young, V. R., S. D. Alexis, B. S. Baliga, and H. N. Munro: Metabolism of administered 3-methylhistidine. Lack of muscle transfer robonucleic acid charging and quantitative excretion as 3-methylhistidine and its N-acetyl derivative. J. Biol. Chem, 247 (11): 3592-3600, 1972.
- 13) Young, V. R., and H. N. Munro: 3-methylhistidine and muscle protein turnover. An overview. Federation Proc., 37: 2291-2300, 1978.

(1995年12月4日受付)

